

тую конструкцию; высокую надежность; универсальность; меньший расход воды для промывки сеток; своевременный отвод рыбы из сеток, что предотвращает ее гибель.

2. Гидравлические и биологические эксперименты, выполненные в гидравлическом лотке на модели, показали, что пирамидальный рыбозаградитель с качающимися флейтами может эффективно выполнять рыбозащитные функции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Большов А.М., Шведов Е.П. Новое в проектировании рыбозаградительных сооружений. — Гидротехника и мелиорация, 1974, № 2. 2. Кузьмин Ю.М. Сетчатые установки систем водоснабжения. — М., 1976. 3. А.с. 217273 (СССР). Оpubл. в Б.И., 1968, № 15. 4. А.с. 627213 (СССР). Рыбозащитное устройство/Н.П.Яковлев, А.Е.Васинников, В.Ф.Спирин, В.Я.Джулай. — Оpubл. в Б.И., 1978, №37. 5. Временные положения по проектированию рыбозащитных устройств водозаборных сооружений. — Л., 1969. 6. Исследование рыбозаградительного устройства типа плоской сетки с рыбоотводом ТКСГ. — М., 1965, вып. 24.

УДК 627.83

И.В.ФИЛИППОВИЧ, канд.техн.наук, зав.каф.,  
П.М.БОГОСЛАВЧИК, ассист. (БПИ)

## ВОДОСБРОС ПО ТИПУ РАЗМЫВАЕМОЙ ВСТАВКИ

Существующие типы водосбросов, применяемые в настоящее время на малых водохранилищах и прудах, представляют собой чаще всего массивные бетонные сооружения сборной или монолитной конструкции.

Основной недостаток этих сооружений — их сравнительно высокая стоимость. Устройство водосброса на малых гидроузлах составляет обычно более 50% стоимости всего гидроузла [1]. Другим существенным недостатком их является значительная трудоемкость.

Усовершенствование существующих типов бетонных водосбросов достигло такого уровня, когда при действующих нормативных запасах дальнейшего существенного снижения строительной стоимости их вряд ли возможно без внесения коренных изменений в эти конструкции или без применения местных материалов, заменяющих бетон.

Один из таких водосбросов по типу земляной размываемой вставки, устраиваемой в теле земляной плотины, рассматривается в настоящей работе (рис. 1).

В теле земляной плотины устраивается прорезь по типу трапецеидального отверстия по всей ширине плотины. Дно и откосы такого отверстия покрываются полотнищем мягкого полимерного пленочного или тканевого материала. Образовавшееся отверстие затем засыпается грунтом, образуя размываемый потоком массив. Отметка гребня грунтового массива несколько выше отметки НПУ, но ниже отметки гребня плотины. Такой водосброс включается в работу следующим образом. При нарастании паводка уровень

воды в водоеме поднимается, и в некоторый момент времени начинается перелив воды через гребень размываемого массива грунта. Этот массив будет размываться сбросным потоком до ограниченного полотнищем предела.

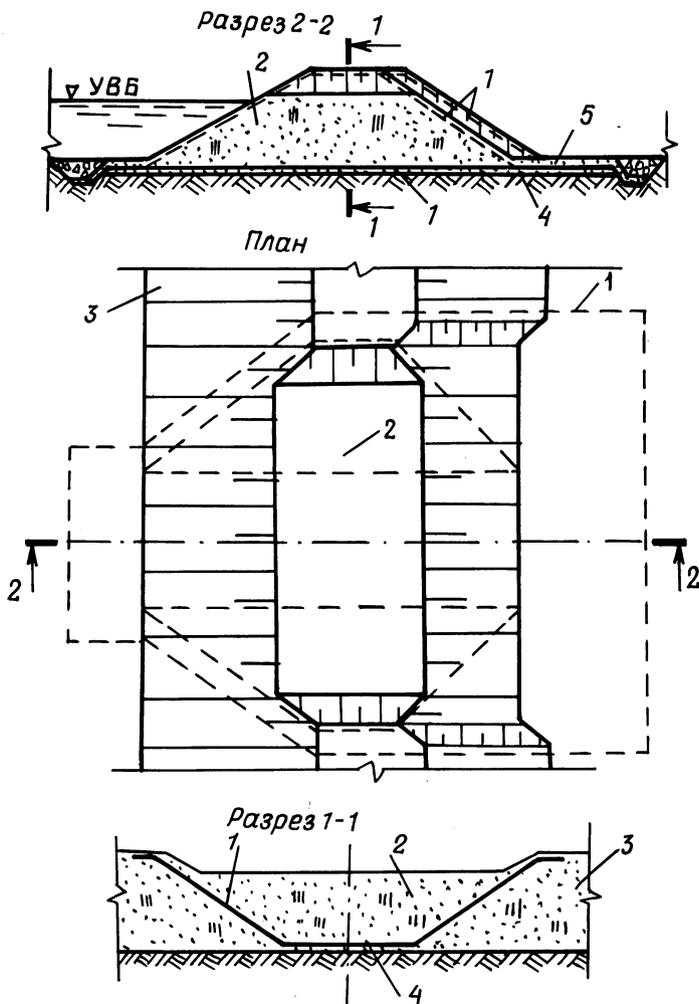


Рис. 1. Водосброс по типу размываемой вставки:  
 1 — полотнище из мягкого полимерного материала; 2 — размываемый массив грунта; 3 — земляная плотина; 4 — подстилающий слой грунта; 5 — защитный слой грунта.

Ограничение размыва может быть назначено с учетом пропуска предельно больших паводковых расходов, например катастрофических.

По окончании паводка, когда уровень воды в водоеме снизится, размываемый массив грунта восстанавливается до первоначальных размеров.

В качестве полотна для ограничения размыва можно применять мягкие полимерные материалы — пленочные, тканевые или пленочно-тканевые. Полимерные пленки в настоящее время гораздо дешевле тканевых полимерных материалов и получили более широкое распространение в гидротехническом строительстве.

С целью уменьшения вероятности повреждения защитного полотна в эксплуатационный период необходимо принимать толщину пленки максимально возможной, например  $\delta = 0,5$  мм (ГОСТ 10354—73).

Подстилающий слой рекомендуется отсыпать из однородных песчаных грунтов. Применение различного рода прокладок под пленкой значительно уменьшает повреждаемость последней. В качестве прокладок могут быть использованы рубероид, стеклоткань, поролон, поропласт и др. При отсутствии вышеуказанных материалов можно укладывать пленку в два слоя (нижний слой выполняет роль прокладки).

Назначенную конструктивно толщину пленки следует, однако, проверять по условию неповреждаемости по формуле

$$\delta = 0,01d (q/K), \quad (1)$$

где  $d$  — расчетный диаметр пор грунта;  $q$  — давление на пленку;  $K$  — коэффициент эффективности защитных прокладок, который колеблется в довольно широких пределах. Для рубероида Р — 4350  $K = 5,0$ , для стеклоткани в один слой, поролона и поропласта —  $K = 9,0$ , для пленки полиэтиленовой ( $\delta = 0,2$  мм)  $K = 1,5$  [2], при отсутствии прокладок  $K = 1,0$ .

Расчетный диаметр поры грунта в общем случае можно определить по формуле М.П.Павичича [3]. При применении же однофракционных грунтов его рекомендуется принимать равным минимальному диаметру фракций грунта [4].

Проверять толщину пленки по гидростатическому давлению нет необходимости, поскольку для низконапорных гидроузлов она получается значительно меньше, чем по формуле (1).

При известной  $\delta$  из (1) можно определить допускаемое давление на пленку  $q$  и по нему — возможность применения тех или иных механизмов, используемых для уплотнения грунта размываемого массива.

Полимерная пленка со стороны верхнего бьефа заглубляется в тело плотины не менее чем на 1,0 м во избежание выдергивания. Для предотвращения всплытия (объемный вес полиэтиленовой пленки меньше объемного веса воды) пленка пригружается со стороны верхнего и нижнего бьефов камнем, наброшенным по защитному слою, или же металлическими скобами 350 мм [5].

Крепление верхового откоса размываемого массива должно защищать последний от волнового воздействия. В то же время оно должно быть простым и дешевым. Поэтому здесь возможен вариант крепления слоем гравия или камня по защитному слою из того же грунта, что и тело плотины. Крепление низового откоса размываемого массива и плотины выполняется обычным способом — посевом трав, одерновкой и др.

Для уменьшения фильтрационного давления на защитную пленку под ней по длине откоса можно устраивать ленточный дренаж, соединяемый с дренажем плотины.

Предлагаемый водосброс целесообразно применять на временных и лесосплавных плотинах, в дамбах польдерных систем, перемычках и др. Применение его рекомендуется на повышенных участках рельефа с устройством пионерной траншеи для отводящего канала.

Наиболее целесообразно устройство такого водосброса в гидроузле вместе с бетонным водосборным сооружением, рассчитанным на пропуск паводковых расходов с обеспеченностью, большей нормативной. В этом случае на расход, меньший расчетного, должны быть запроектированы водосбросные отверстия бетонного водосброса, а водосброс по типу размываемой вставки — на разность расходов между расчетным нормативной обеспеченности и принятым для бетонного водосброса [2]. Тогда водосброс по типу размываемой вставки выступает как бы в роли аварийного. Оба водосброса позволят пропускать весьма большие паводковые расходы, имея для пропуска бытовых расходов и небольших паводков сравнительно малое водопропускное отверстие.

В горнодобывающей промышленности для разработки полезных ископаемых большие участки территорий на зимний период затопливают водой. Срок службы образованного при этом водохранилища — всего несколько лет. Для создания такого водохранилища строят плотину из местных материалов, часто без водосбросов, которая во время весеннего половодья полностью разрушается. Осенью перед затоплением ее снова восстанавливают. Применение в этих случаях предлагаемого водосброса значительно уменьшит объем восстановительных работ.

Для некоторых благоприятных условий, когда, например, нет необходимости в пропуске бытовых расходов или же когда эти расходы весьма незначительны и для их пропуска можно предусмотреть какие-либо простейшие сооружения типа обводного канала или трубчатого водоспуска небольшого диаметра с задвижкой, целесообразно применение размываемого водосброса.

Водосброс по типу размываемой вставки имеет определенные преимущества. Он весьма экономичен. Ориентировочные расчеты показывают, что капитальные затраты на его строительство с расходом до  $100 \text{ м}^3/\text{с}$  при применении в качестве защитного полотнища полиэтиленовой пленки ГОСТ 10354—73 толщиной 0,5 мм в два слоя составят около 5 тыс. руб. Стоимость ковшово-трубчатых и шахтных водосбросов с расходом до  $50 \text{ м}^3/\text{с}$ , по данным института "Белгипроводхоз", составляет 30—40 тыс. руб., шахтного водосброса с расходом до  $100 \text{ м}^3/\text{с}$  — около 100 тыс. руб., берегового водосброса с сопрягающими сооружениями в виде быстротока или перепада — около 100 тыс. руб.

В сочетании с бетонным водосбросом обычного типа водосброс с размываемой вставкой позволит значительно снизить стоимость бетонного водосброса, что приведет к снижению общих капиталовложений по всему гидроузлу. Водосброс с размываемой вставкой в данном случае будет включаться в работу при больших паводках. Выбор пропускной способности бетонного водосброса необходимо будет обосновывать экономически.

Другим, весьма существенным достоинством предлагаемого водосброса является простота технологии возведения. На его строительство не тре-

буется применение таких дефицитных материалов, как бетон и металл. Поэтому в период строительства резко снижается количество подъемно-транспортных операций.

Вследствие высокой деформативности мягких полимерных материалов прочность и устойчивость сооружений такого типа в меньшей степени будет зависеть от этих же характеристик основания и от качества строительных работ.

Иногда в период эксплуатации возникает необходимость увеличения емкости водохранилища или пруда. Сопряженные с этим трудности при реконструкции водосбросов традиционных типов сведутся к минимуму при применении водосброса с размываемой вставкой.

К достоинствам предлагаемого водосброса относится и то, что он сравнительно легко ликвидируется при ненадобности. Это весьма важно при строительстве временных прудов, водоемов и для охраны природы.

Предлагаемый тип водосброса с применением мягких материалов, безусловно, обладает и определенными недостатками, выявление которых и методы устранения или ограничения их составляют предмет дальнейших исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сергеев Б.И., Степанов П.М., Шумаков Б.Б. Мягкие конструкции — новый вид гидротехнических сооружений. — М., 1971, с. 88. 2. Фуат Сен-тюрк. Водослив типа предохранительной пробки. Проектирование и строительство больших плотин. Вып. 2. Постоянные и временные водосбросные сооружения. — Мат-лы IX Международн. конгресса по большим плотинам. М., 1972. 3. Пленочные противofильтрационные устройства гидротехнических сооружений/ Под ред. И.Е. Кричевского. — М., 1976. 4. Глебов В.Д., Лысенко В.П. Расчет толщины пленочных полимерных противofильтрационных экранов. — Гидротехническое строительство, 1979, № 6. 5. Hudler Petr. Zpevnování říčních arehů perforovanou polyetylenovou fólií. — Vodní hospodárství, 1975, A25, N9, 249—251.

УДК 627.4

Е.М.ЛЕВКЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.,  
Н.В.СУРМА, ассист. (БПИ)

### ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ БЕРЕГОВ И ВЕРХОВЫХ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН КРЕПЛЕНИЕМ ИЗ КРУПНОБЛОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Для защиты берегов водохранилищ и верховых откосов земляных плотин и дамб от размыва волнами и течениями наряду с традиционными креплениями из железобетонных плит применяются крепления из крупных камней или бетонных блоков [1]. Однако эти крепления обладают одним существенным недостатком, ограничивающим область их применения — необходимостью устройства достаточно мощного слоя подготовки, обеспечивающего устойчивость основания под покрытием (особенно для наброски) [2], что